

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-195849

(43)Date of publication of application : 19.07.2001

(51)Int.Cl.

G11B 21/10

(21)Application number : 2000-001757

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 07.01.2000

(72)Inventor : KAMIMURA MITSUO

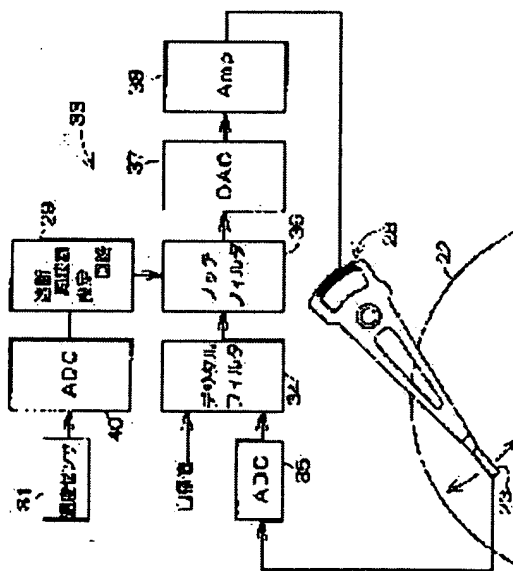
TONO YOSHINARI
SAKUMA KIYOSHI
ABE YUKIO
SHIMADA KUNIHIRO
SUZUKI ATSUSHI
HARA TAKESHI
KATO KENTARO

(54) ACTUATOR CONTROL CIRCUIT FOR RECORDING MEDIUM DRIVE ASSEMBLY AND RECORDING MEDIUM DRIVE ASSEMBLY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an actuator control circuit for a recording medium drive assembly which is capable of surely preventing the resonance of a head to be built into the recording medium drive assembly and narrowing the band to be allocated to a cut-off frequency.

SOLUTION: A digital filter 34 forms a positioning control signal in accordance with the mispositioning of a head 23 with respect to a target recording track. The head 23 is subjected to feedback control in accordance with the formed positioning control signal. A notch filter 36 subjects the positioning control signal to filtering processing. The cut-off frequency of the notch filter 36 in the filtering processing is set in accordance with temperature. Even if the resonance frequency-component of the head 23 shifts in consequence of a temperature change, the cut-off frequency of the notch filter 36 follows up the shift. Then, even if the band of the cut-off frequency is narrowed, the resonance frequency-component of the head 23 may be surely decreased.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.11.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

BEST AVAILABLE COPY

(51) Int.Cl.⁷

G 1 1 B 21/10

識別記号

F I

G 1 1 B 21/10

テームト* (参考)

A 5 D 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-1757(P2000-1757)

(22) 出願日 平成12年1月7日 (2000.1.7)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 上村 美津雄

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 東野 良成

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100105094

弁理士 山▲崎▼ 薫

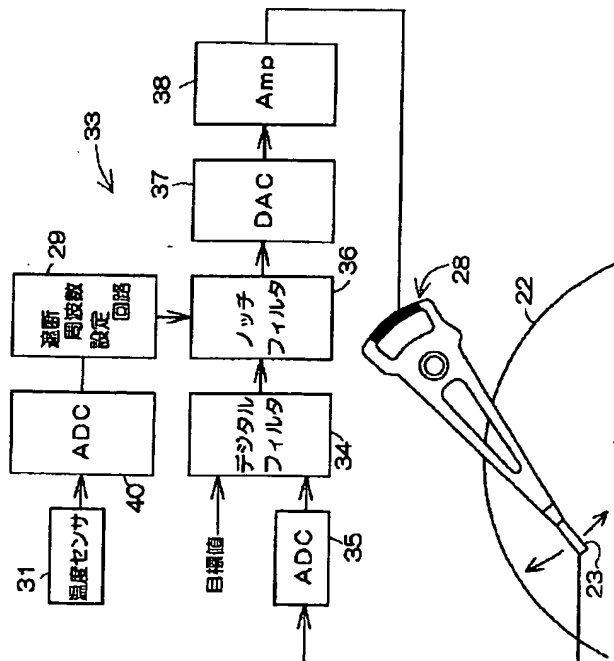
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 記録媒体駆動装置用アクチュエータ制御回路および記録媒体駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 記録媒体駆動装置に組み込まれるヘッドの共振を確実に防止し、しかも、遮断周波数に割り当てられる帯域を狭めることができる記録媒体駆動装置用アクチュエータ制御回路を提供する。

【解決手段】 デジタルフィルタ34は目標の記録トラックに対するヘッド23の位置ずれに基づき位置決め制御信号を生成する。生成された位置決め制御信号に基づきヘッド23はフィードバック制御される。ノッチフィルタ36は位置決め制御信号にフィルタリング処理を施す。フィルタリング処理にあたってノッチフィルタ36の遮断周波数は温度に基づき設定される。温度変化に起因してヘッド23の共振周波数成分がシフトしてもノッチフィルタ36の遮断周波数はシフトに追随する。したがって、遮断周波数の帯域が狭められても、ヘッド23の共振周波数成分は確実に低減されることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ヘッドの位置決めに関連するアクチュエータに向けて位置決め制御信号を出力する制御信号出力回路と、設定された遮断周波数に基づき位置決め制御信号にフィルタリング処理を施すフィルタと、温度を検出する温度センサと、検出された温度に基づきフィルタの遮断周波数を設定する遮断周波数設定回路とを備えることを特徴とする記録媒体駆動装置用アクチュエータ制御回路。

【請求項2】 ヘッドと、ヘッドを支持する支持部材と、供給される電流に基づき支持部材を駆動し、ヘッドを位置決めするアクチュエータと、設定された遮断周波数に基づき、アクチュエータに供給される電流にフィルタリング処理を施すフィルタと、温度を検出する温度センサと、検出された温度に基づきフィルタの遮断周波数を設定する遮断周波数設定回路とを備えることを特徴とする記録媒体駆動装置。

【請求項3】 目標の記録トラックに対するヘッドの位置ずれに基づきヘッドの位置決め制御信号を生成する工程と、設定された遮断周波数に基づき位置決め制御信号にフィルタリング処理を施す工程と、フィルタリング処理を施すにあたって、取得される温度情報に基づき遮断周波数を設定する工程とを備えることを特徴とする記録媒体駆動装置用アクチュエータの制御方法。

【請求項4】 目標の記録トラックに対するヘッドの位置ずれに基づきヘッドの位置決め制御量を算出する工程と、設定された遮断周波数に従って、算出された位置決め制御量にフィルタリング処理を施す工程と、フィルタリング処理を施すにあたって、取得される温度情報に基づき遮断周波数を設定する工程とをコンピュータで実現するプログラムが記録されるコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えばハードディスク駆動装置（HDD）といった記録媒体駆動装置でヘッドを位置決めするアクチュエータの制御回路に関する。

【0002】

【従来の技術】 例えばハードディスク駆動装置（HDD）では、磁気ヘッドを支持するキャリッジの固有振動数と、キャリッジに取り付けられるアクチュエータすなわちボイスコイルモータに供給される位置決め制御信号の周波数とが重なり合うと、キャリッジすなわち磁気ヘッドが振動し続けてしまうことがある。こういった振動は共振として知られる。例えば特開平5-159492号公報に開示されるように、ノッチフィルタなどを用いて位置決め制御信号の共振周波数成分を減衰させれば、キャリッジすなわち磁気ヘッドの共振は抑制されると考えられる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 従来のようにノッチフィルタの遮断周波数に広い帯域の周波数が割かれてしまうと、ボイスコイルモータに供給される位置決め制御信号と、磁気ヘッドで検出される位置情報信号との間に位相ずれが生じやすい。こうした位相ずれは、目標の記録トラックに磁気ヘッドを位置決めするにあたって位置決めへの応答速度を悪化させてしまう。ノッチフィルタで設定される遮断周波数の帯域はできる限り狭められることが望まれる。

【0004】 本発明は、上記実状に鑑みてなされたもので、記録媒体駆動装置に組み込まれるヘッドの共振を確実に防止し、しかも、遮断周波数に割り当てられる帯域を狭めることができる記録媒体駆動装置用アクチュエータ制御回路を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、第1発明によれば、ヘッドの位置決めに関連するアクチュエータに向けて位置決め制御信号を出力する制御信号出力回路と、設定された遮断周波数に基づき位置決め制御信号にフィルタリング処理を施すフィルタと、温度を検出する温度センサと、検出された温度に基づきフィルタの遮断周波数を設定する遮断周波数設定回路とを備えることを特徴とする記録媒体駆動装置用アクチュエータ制御回路が提供される。

【0006】 こうしたアクチュエータ制御回路では、目標の記録トラックに対するヘッドの位置ずれに基づき位置決め制御信号は生成される。生成された位置決め制御信号に基づきヘッドはフィードバック制御される。このとき、位置決め制御信号にフィルタリング処理が施されると、ヘッドの共振周波数成分は減衰されることができ。フィルタには、予め測定された共振周波数成分を低減させる遮断周波数が設定されればよい。

【0007】 フィルタリング処理にあたって、フィルタの遮断周波数は温度に基づき設定される。したがって、温度変化に起因してヘッドの共振周波数成分がシフトしても、フィルタの遮断周波数はそのシフトに追随することができる。遮断周波数の帯域が狭められても、ヘッドの共振周波数成分は確実に低減されることができ。ヘッドの共振は確実に回避されることができ。ヘッドは、十分な応答速度で目標の記録トラックに対して位置決めされることができ。

【0008】 第2発明によれば、ヘッドと、ヘッドを支持する支持部材と、供給される電流に基づき支持部材を駆動し、ヘッドを位置決めするアクチュエータと、設定された遮断周波数に基づき、アクチュエータに供給される電流にフィルタリング処理を施すフィルタと、温度を検出する温度センサと、検出された温度に基づきフィルタの遮断周波数を設定する遮断周波数設定回路とを備えることを特徴とする記録媒体駆動装置が提供される。

【0009】こうした記録媒体駆動装置では、第1発明と同様に、位置決め制御信号にフィルタリング処理が施されると、ヘッドの共振周波数成分は減衰されることができる。こうしたフィルタリング処理後の位置決め制御信号がアクチュエータに供給されれば、ヘッドの共振は回避されることができる。しかも、フィルタの遮断周波数は温度に基づき設定されることから、第1発明と同様に、遮断周波数の帯域が狭められてもヘッドの共振周波数成分は確実に低減されることができる。

【0010】前述のアクチュエータ制御回路は、例えばマイクロコンピュータ（マイコン）やDSP（デジタル信号処理回路）で実現されてもよい。このとき、マイコンでは、目標の記録トラックに対するヘッドの位置ずれに基づきヘッドの位置決め制御信号を生成する工程と、設定された遮断周波数に基づき位置決め制御信号にフィルタリング処理を施す工程と、フィルタリング処理を施すにあたって、取得される温度情報に基づき遮断周波数を設定する工程とが実現されればよい。

【0011】こうした記録媒体駆動装置用アクチュエータの制御方法を実現するにあたって、メモリ回路に格納されるプログラムは、例えば、目標の記録トラックに対するヘッドの位置ずれに基づきヘッドの位置決め制御量を算出する工程と、設定された遮断周波数に従って、算出された位置決め制御量にフィルタリング処理を施す工程と、フィルタリング処理を施すにあたって、取得される温度情報に基づき遮断周波数を設定する工程とをMPU（超小型演算処理装置）で実現させればよい。しかも、こうしたプログラムは、フロッピーディスク（FD）やコンパクトディスク（CD）といった可搬性の記録媒体からメモリ回路に取り込まれてもよい。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照しつつ本発明の一実施形態を説明する。

【0013】図1は磁気記録媒体駆動装置の一具体例すなわちハードディスク駆動装置（HDD）11の外観を示す。このHDD11は、平板型のベース12と、このベース12の平坦な表面に受け止められて、ベース12との間に収容空間を形成するエンクロージャ本体13とを備える。エンクロージャ本体13は例えば絞り加工によって成型されることができる。こうしたHDD11は、例えばワークステーションやパーソナルコンピュータ（パソコン）といったコンピュータ装置（図示せず）に組み込まれて使用されてもよく、コンピュータ装置から独立した単体の外部記憶装置として構成されてもよい。

【0014】ベース12の裏面にはプリント基板（図示せず）が取り付けられる。このプリント基板の表面には、後述されるように、HDD11の動作を制御するHDD用制御回路が構築される。このHDD用制御回路には、プリント基板の表面に実装されて、IDEやSCS

Iといったパラレルインターフェースを確立する制御用コネクタ14が接続される。コンピュータ装置のメインボードから延びる制御用ケーブル15が制御用コネクタ14に接続されると、HDD用制御回路とメインボードとの間にデータの伝送経路が確立される。HDD用制御回路は、電源用コネクタ16から供給される電力に基づき動作する。電源用コネクタ16には、コンピュータ装置の電源ユニットから延びる電源用ケーブル17が接続されればよい。

【0015】図2に示されるように、ベース12の表面には、スピンドルモータ21に装着される少なくとも1枚の磁気ディスク（磁気記録媒体）22と、先端で磁気ヘッド23を支持する支持部材すなわちキャリッジアーム24とが搭載される。スピンドルモータ21は回転軸回りで磁気ディスク22を回転させる。ベース12の表面にエンクロージャ本体13が重ね合わせられると、磁気ディスク22や磁気ヘッド23、キャリッジアーム24は、ベース12とエンクロージャ本体13との間に形成される気密な収容空間に収容される。

【0016】キャリッジアーム24は支軸25回りで揺動することができる。キャリッジアーム24が揺動すると、磁気ヘッド23は、磁気ディスク22の半径方向に移動して磁気ディスク22上の記録トラックを横切ることができる。こうした半径方向の移動によれば、磁気ヘッド23は、磁気ディスク22に対する情報の書き込みや読み出しにあたって目標の記録トラック上に位置決めされることができる。

【0017】磁気ヘッド23は、磁気ディスク22に磁気情報を書き込む薄膜ヘッド素子（図示せず）や、磁気ディスク22から磁気情報を読み取る磁気抵抗効果素子（図示せず）を備える。薄膜磁気ヘッド素子の磁気生成には例えば薄膜コイルパターンが用いられればよい。磁気抵抗効果素子には例えば巨大磁気抵抗効果素子（GMR）が用いられればよい。

【0018】こうした磁気ヘッド23は、周知の通り、キャリッジアーム24の先端に支持されるヘッドスライダ（図示せず）上に形成されればよい。ヘッドスライダは、磁気ディスク22の回転時に磁気ディスク22の表面で生成される気流を受けて磁気ディスク22の表面から浮上してもよい。この場合には、薄膜ヘッド素子や磁気抵抗効果素子はヘッドスライダの浮上中に磁気ディスク22に対する磁気情報の書き込みや読み出しを実現する。ヘッドスライダには、ヘッドスライダとキャリッジアーム24との間に配置される弾性サスペンション（図示せず）から磁気ディスク22に向かう押し付け力が作用してもよい。

【0019】キャリッジアーム24には、キャリッジアーム24の揺動を引き起こす駆動力を生成するアクチュエータすなわちボイスコイルモータ26が連結される。ボイスコイルモータ26は、支持板27に固着されて固

定の磁界を生成するステータ（図示せず）と、キャリッジアーム24に巻き付けられてステータの磁界中に配置されるコイル28（図3参照）とを備える。周知の通り、コイル28は、供給される電流に応じて駆動力を生成する。

【0020】キャリッジアーム24には、プリント基板の裏面から延びるフレキシブルプリント基板（FPC）29が接続される。このFPC29の表面には、温度を検出する温度センサ31が実装される。温度センサ31は、検出した温度に応じて出力電圧値を変化させる。その他、FPC29の表面には、磁気ディスク22に対する磁気情報の書き込み動作を制御する信号書き込み回路（図示せず）や、磁気ディスク22に対する磁気情報の読み出し動作を制御する信号読み出し回路（図示せず）が構築される。キャリッジアーム24上には、信号書き込み回路や信号読み出し回路と、薄膜ヘッド素子や磁気抵抗効果素子との間で信号伝送路を形成する薄膜金属パターン（図示せず）が描かれる。

【0021】HDD用制御回路には、例えば図3に示されるように、ボイスコイルモータ26の駆動力を制御するアクチュエータ制御回路33が組み込まれる。このアクチュエータ制御回路33は、目標の記録トラックに対する磁気ヘッド23の位置ずれに基づき磁気ヘッド23の位置決め制御信号を出力する制御信号出力回路すなわちデジタルフィルタ34を備える。デジタルフィルタ34は、例えばホストコンピュータからHDD用制御回路に供給される記録トラックの目標値と、磁気ヘッド23で検出される実位置との間で差分値を特定する。この差分値は位置決め制御信号としてボイスコイルモータ28に向けて出力される。磁気ヘッド23の実位置は、前述の信号読み出し回路を経てA/Dコンバータ（ADC）35に送られる。ADC35は、磁気ヘッド23の実位置を表現するアナログ信号をデジタル信号に変換する。

【0022】デジタルフィルタ34には、位置決め制御信号にフィルタリング処理を施すノッチフィルタ36が接続される。このノッチフィルタ36は、位置決め制御信号の共振周波数に基づき設定される遮断周波数の振幅を低減する。共振周波数は例えばキャリッジアーム24の固有振動数に基づき特定されることができる。D/A

コンバータ（DAC）37はフィルタリング処理後の位*

$$U(n) = A_0 \cdot Y(n) + A_1 \cdot Y(n-1) + A_2 \cdot Y(n-2) - B_1 \cdot U(n-1) - B_2 \cdot U(n-2)$$

といった入出力関係が成立する。こうした入出力関係では、前述のように遮断周波数 f やノッチの帯域幅 d 、ノッチの減衰度 z を調整するにあたってフィルタ係数 A_0 、 A_1 、 A_2 、 B_1 、 B_2 が特定されればよい。

【0027】本発明者らは、ノッチフィルタ36の特性を実際に検証してみた。この検証にあたって、アンプ38からボイスコイルモータ26に所定の位置決め制御信号が供給された。例えば図5に示されるように、この位

*置決め制御信号すなわちデジタル信号をアナログ信号に変換する。アンプ38は、D/Aコンバータ37から供給されるアナログ信号を増幅する。増幅されたアナログ信号すなわち位置決め制御信号はボイスコイルモータ28に送り込まれる。

【0023】ノッチフィルタ36には、温度センサで検出された温度に基づきノッチフィルタ36の遮断周波数を設定する遮断周波数設定回路39が接続される。この遮断周波数設定回路39は、次表に基づき、予め決められた温度域ごとに遮断周波数 $f_1 \sim f_5$ を特定することができる。

【0024】

【表1】

温度域 [°C]	遮断周波数 [Hz]
$0 \leq T < 20$	f_1
$20 \leq T < 40$	f_2
$40 \leq T < 60$	f_3
$60 \leq T < 80$	f_4
$80 \leq T < 100$	f_5

20 A/Dコンバータ（ADC）40は温度センサの出力電圧値すなわちアナログ信号をデジタル信号に変換する。

【0025】周知のように、ノッチフィルタ36の伝達関数 $H(s)$ は、

【数1】

$$H(s) = \frac{s^2 + P_z \cdot P_w \cdot s + P_w^2}{s^2 + P_d \cdot P_z \cdot P_w \cdot s + P_w^2}$$

ただし、

【数2】

$$P_w = 2\pi f$$

によって表現されることができる。こうした伝達関数 $H(s)$ によれば、例えば図4に示されるように、遮断周波数 f で振幅は低減される。しかも、ノッチの帯域幅 d や減衰度 z の大きさは、伝達関数 $H(s)$ に含まれるパラメータ P_d 、 P_z によって操作されることができる。

【0026】こうしたノッチフィルタ36にデジタルフィルタが用いられる場合には、ノッチフィルタ36に入力される入力信号 $Y(n)$ と、ノッチフィルタ36から出力から出力される出力信号 $U(n)$ との間には、

【数3】

置決め制御信号では共振周波数 f_{RE} が現れることが確認された。ここで、ノッチフィルタ36に、この共振周波数 f_{RE} で位置決め制御信号の振幅を低減するフィルタ係数 A_0 、 A_1 、 A_2 、 B_1 、 B_2 が設定されると、ノッチフィルタ36から出力される位置決め制御信号ではそういった共振周波数 f_{RE} は低減された。すなわち、ノッチフィルタ36の働きによれば、位置決め制御信号の振幅特性は平坦化される。こうして共振周波数 f_{RE} が抑制

されれば、キャリッジアーム25すなわち磁気ヘッド23の過度の振動は確実に阻止されることができる。

【0028】ここで、HDD11の環境温度が変化すると、位置決め信号の共振周波数 f_{RE} はシフトする。ノッチフィルタ36では、前述の[表1]に従って、温度センサ31で検出された温度に応じて遮断周波数 $f_1 \sim f_5$ が設定される。その結果、例えば図6に示されるように、各遮断周波数 $f_1 \sim f_5$ で設定されるノッチの帯域幅 d は狭められ減衰度 z の大きさは縮小されることができる。その一方で、単一の遮断周波数で全ての温度域 $0^\circ\text{C} \leq T < 100^\circ\text{C}$ がカバーされる場合には、図6から明らかなように、ノッチは広い帯域幅 d_{PR} や大きな減衰度 z_{PR} で規定されなければならない。こうしてノッチの帯域幅 d_{PR} が広まり減衰度 z_{PR} の大きさが増大すると、ボイスコイルモータ26に供給される位置決め制御信号と、磁気ヘッド23で検出される実位置すなわち位置情報信号との間に生じる位相ずれは拡大されてしまう。ノッチの帯域幅 d が狭められ減衰度 z が縮小されると、磁気ヘッド23は、十分な応答速度で目標の記録トラックに位置決めされることができる。1遮断周波数 $f_1 \sim f_5$ でカバーされる帯域幅 d が狭められるほど、位相ずれは縮小されていく。

【0029】前述のデジタルフィルタ34、ノッチフィルタ36および遮断周波数設定回路39は、図7に示されるように例えばマイコン42で構成されてもよい。こういったマイコン42には、1MPU（超小型演算処理装置）43と、このMPU43に接続されるメモリ回路44とが組み込まれればよい。MPU43は、メモリ回路44に格納されたファームウェアに従って動作する。メモリ回路44は例えばROM（読み出し専用メモリ）やRAM（随時読み出し書き込み可能なメモリ）で構成されればよい。ファームウェアは、フロッピーディスク（FD）やコンパクトディスク（CD）といった可搬性の記録媒体から取り込まれてもよい。

【0030】MPU43は、目標記録トラックに対する磁気ヘッド23の位置ずれに基づき磁気ヘッド23の位置決め制御量 $Y(n)$ を算出する。こうした位置決め制御量 $Y(n)$ は、例えばホストコンピュータから供給される記録トラックの目標値と、磁気ヘッド23で検出される実位置との差分値によって特定される。

【0031】続いてMPU43は、算出された位置決め制御量 $Y(n)$ にフィルタリング処理を施す。MPU43は、前述の式[数3]に従ってフィルタリング処理後の位置決め制御量 $U(n)$ を算出する。このとき、MPU43はメモリ回路44からフィルタ係数 A_0 、 A_1 、 A_2 、 B_1 、 B_2 を取得する。

【0032】フィルタ係数 A_0 、 A_1 、 A_2 、 B_1 、 B

2は、前述のように遮断周波数 $f_1 \sim f_5$ ごとにメモリ回路44に格納される。MPU43は、温度センサ31で検出される温度に応じてフィルタ係数 A_0 、 A_1 、 A_2 、 B_1 、 B_2 を取得する。MPU43には、所定の周期で定期的に温度センサ31の出力が送り込まれればよい。こうしてフィルタリング処理後の位置決め制御信号では、個々の遮断周波数 $f_1 \sim f_5$ を含む帯域で振幅は縮小される。その結果、磁気ヘッド23の共振は回避される。

10 【0033】なお、以上のようなアクチュエータ制御回路33では、位置決め制御信号にフィルタリング処理を施すにあたって、ノッチフィルタ36に代えてその他のフィルタが用いられてもよい。前述のようにフィルタの遮断周波数を変更するにあたって、各遮断周波数ごとにアナログフィルタが用いられてもよい。この場合には、温度域ごとに適切なアナログフィルタが選択されればよい。

【0034】

20 【発明の効果】以上のように本発明によれば、記録媒体駆動装置に組み込まれるヘッドの共振を確実に防止し、しかも、遮断周波数に割り当てられる帯域を狭めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 ハードディスク駆動装置（HDD）の外観を概略的に示す斜視図である。

【図2】 HDDの内部構造を概略的に示す平面図である。

【図3】 アクチュエータ制御回路の構成を概略的に示すブロック図である。

30 【図4】 ノッチフィルタのフィルタ特性を概略的に示すグラフである。

【図5】 フィルタリング処理に基づく位置決め制御信号の変化を示すグラフである。

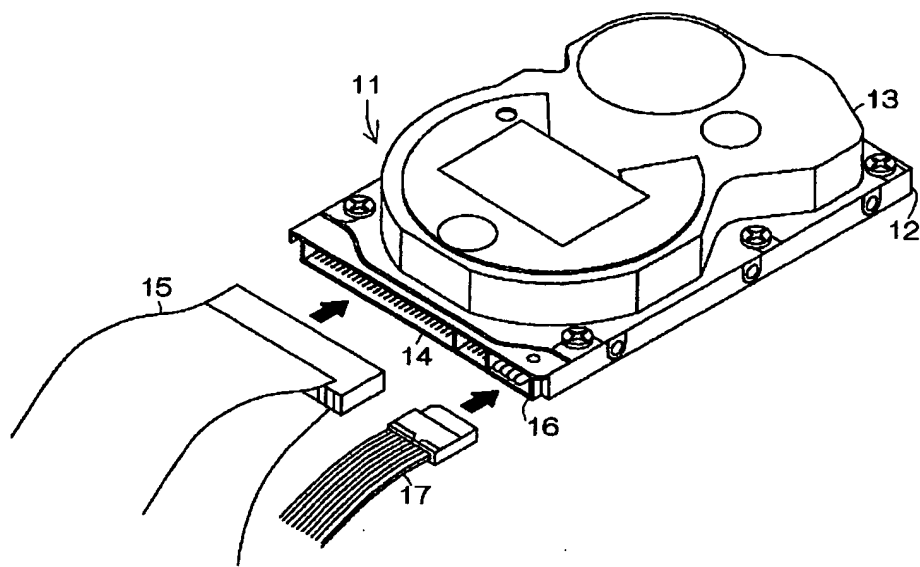
【図6】 温度変化に基づく遮断周波数の変位を示すグラフである。

【図7】 他の具体例に係るアクチュエータ制御回路の構成を概略的に示すブロック図である。

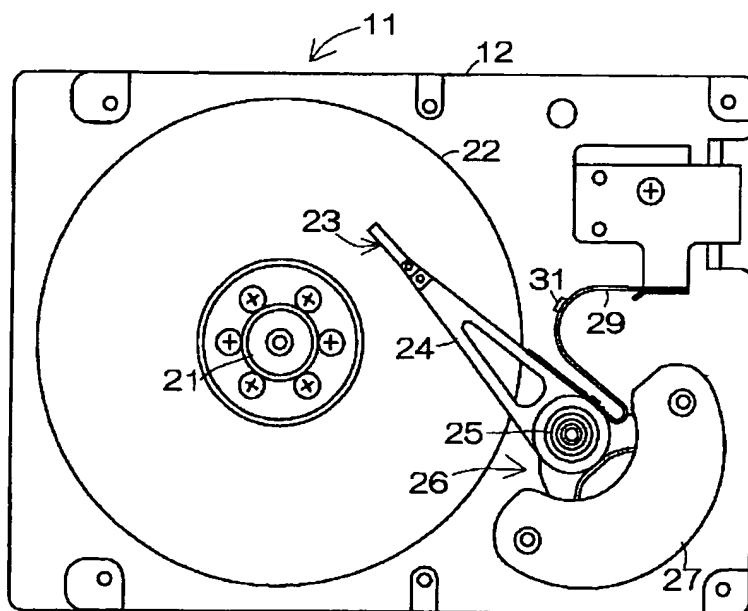
【符号の説明】

40 11 記録媒体駆動装置としてのハードディスク駆動装置（HDD）、23ヘッドとしての磁気ヘッド、24支持部材としてのキャリッジアーム、26アクチュエータとしてのボイスコイルモータ、31温度センサ、33記録媒体駆動用アクチュエータ制御回路、34制御信号出力回路としてのデジタルフィルタ、36フィルタとしてのノッチフィルタ、39遮断周波数設定回路、44コンピュータ読み取り可能な記録媒体としてのメモリ回路。

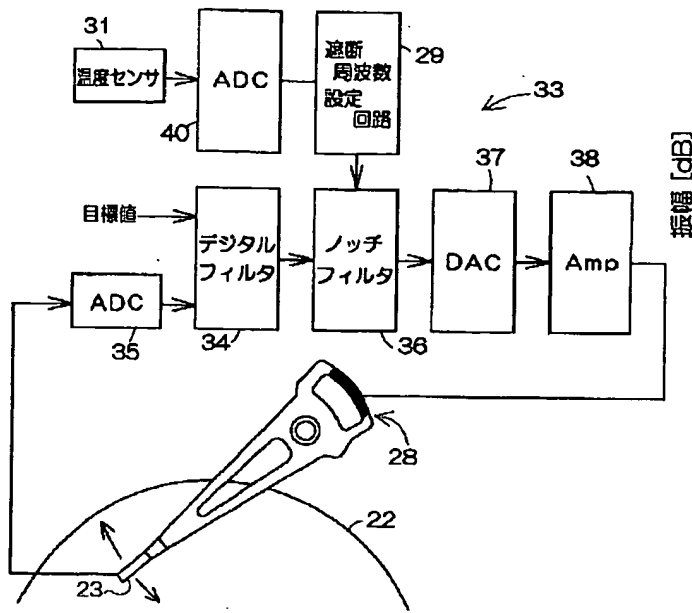
【図1】



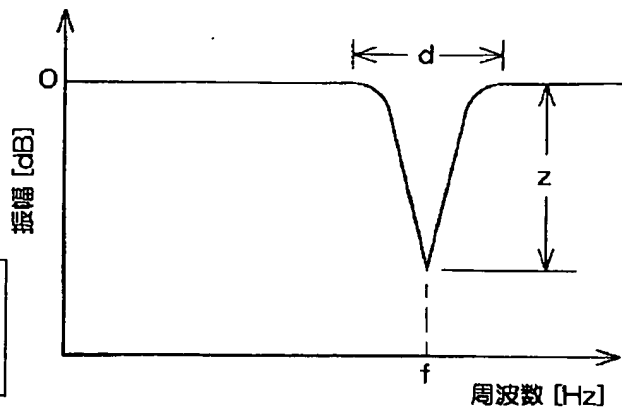
【図2】



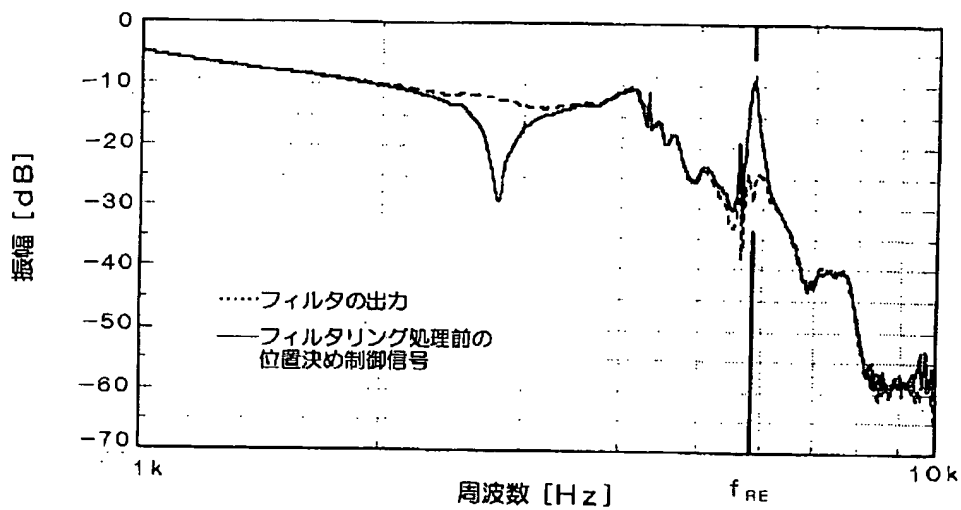
【図3】



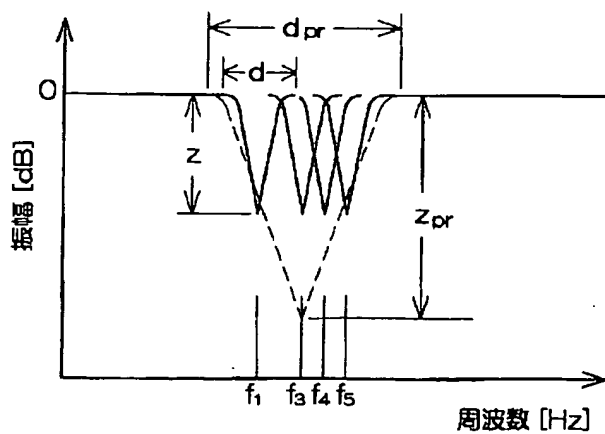
【図4】



【図5】

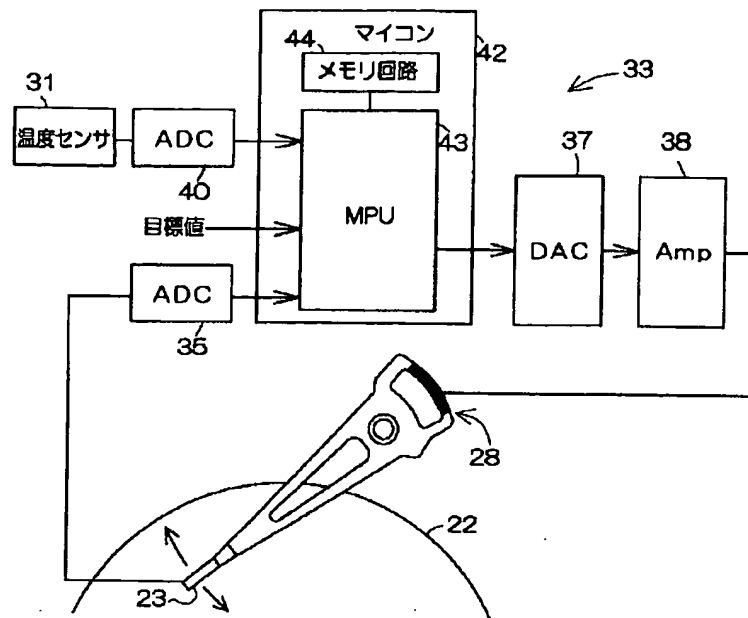


【図6】



BEST AVAILABLE COPY

【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 佐久間 清志
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 阿部 幸雄
山形県東根市大字東根元東根字大森5400番
2(番地なし) 株式会社山形富士通内

(72)発明者 島田 国博
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 鈴木 敦
山形県東根市大字東根元東根字大森5400番
2(番地なし) 株式会社山形富士通内

(72)発明者 原 武
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 加藤 健太郎
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

Fターム(参考) 5D096 AA02 CC01 GG10 HH01 HH06
KK04